استان فارس، محدوده دریاچه طشک- بختگان، فروردین ۱۳۹۸، عکاس: مجید رحیمی

تاب‌آوری فضایی در نظام‌های اجتماعی-اکولوژیک: کلید سازگاری با چالش‌های معاصر

مجید رحیمی

پژوهشگر، مؤسسه کسب و کار اجتماعی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

رایانامه نویسنده: rahimi74@ut.ac.ir

چکیده

تاب‌آوری فضایی مفهوم نوظهوری است که به بررسی تأثیرات تنوع فضایی، ارتباطات و پراکندگی بر نظام‌های اجتماعی-اکولوژیکی می‌پردازد. این مفهوم به شناسایی چالش‌های معاصر مانند تغییرات اقلیمی، شهرنشینی و از دست رفتن تنوع‌زیستی کمک می‌کند و نقش اساسی در تحلیل و پژوهش‌های مربوط به سازگاری و ایستادگی این سیستم‌ها دارد. تاب‌آوری فضایی به ما نشان می‌دهد که چگونه ویژگی‌های فیزیکی و اکولوژیکی یک منطقه می‌تواند منجر به تقویت یا تضعیف ظرفیت سیستم‌ها در برابر اختلالات شود. در این پژوهش، ارتباط میان تنوع‌زیستی، پراکندگی و ارتباطات فضایی در ابعاد تاب‌آوری فضایی بررسی شده است. تأکید بر این است که ارتباطات مؤثر می‌توانند تاب‌آوری را افزایش دهند، در حالی که ارتباطات ناکارآمد ممکن است آسیب‌پذیری‌ها را تشدید کنند. هدف اصلی ارائه یک مرور جامع از تاب‌آوری فضایی و کاربردهای آن در برنامه‌ریزی شهری، حفاظت از محیط‌زیست و مدیریت منابع طبیعی است. ازاین‌رو، مثال‌های مختلف از پروژه‌های موفق در این زمینه بررسی گردیده تا نشان دهد که چگونه طراحی و مدیریت مؤثر می‌تواند به ایجاد سیستم‌های مقاوم و پایدار منجر شود. درنهایت، این پژوهش بر اهمیت توجه به ابعاد فضایی در تحقیقات مربوط به تاب‌آوری تأکید کرده و به‌عنوان یک ابزار کلیدی در مواجهه با چالش‌های پیچیده دنیای امروز مطرح می‌شود. پژوهش‌های بیش‌تر در این زمینه می‌توانند به بهبود استراتژی‌ها و همچنین توانمندسازی جوامع برای سازگاری با بحران‌های آینده کمک کنند.

کلیدواژه‌ها: ارتباطات فضایی، پایداری، تنوع زیستی، تنوع فضایی، همبستگی اجتماعی

مقدمه

تاب‌آوری فضایی[1] یک مفهوم نوظهور است که ابعاد مختلف تنوع فضایی را –مانند مکان، زمینه، ارتباطات و پراکندگی– در مطالعه نظام‌های اجتماعی–اکولوژیکی[2] ادغام می‌کند (Cumming, 2011; Liu et al., 2024). این مفهوم بر این تأکید دارد که چگونه این عوامل فضایی بر تاب‌آوری سیستم‌های پیچیده تأثیر می‌گذارند و چگونه تاب‌آوری به نوبهٔ خود پویایی‌های فضایی را شکل می‌دهد (Cumming, 2011). درک تاب‌آوری فضایی برای مقابله با چالش‌های معاصر مانند تغییرات اقلیمی، شهرنشینی و از دست رفتن تنوع‌زیستی ضروری است (یداله‌نیا و همکاران، ۱۴۰۰)؛ زیرا این مفهوم بینش هایی را در مورد چگونگی سازگاری و شکوفایی سیستم ها در مواجهه با اختلالات ارائه می‌دهد (آل کجباف و همکاران، ۱۳۹۸؛ Brunetta et al., 2020).

مفهوم تاب‌آوری فضایی در سال‌های اخیر به‌عنوان رویکردی برای پل زدن شکاف بین نظریه تاب آوری و واقعیت‌های برنامه‌ریزی و مدیریت فضایی موردتوجه قرارگرفته است (Cumming et al., 2020). با در نظر گرفتن ابعاد فضایی نظام‌های اجتماعی–اکولوژیکی، پژوهشگران و کارشناسان می توانند استراتژی های دقیق‌تر و مؤثرتری برای افزایش تاب‌آوری توسعه دهند (Talubo et al., 2022). این رویکرد به ما یادآوری می‌کند که سیستم ها موجودات تکیخته‌ای[3] نیستند، بلکه در شبکه های فضایی پیچیده‌ای قرار دارند که آسیب‌پذیری ها، ظرفیت ها و مسیرهای تغییر آن‌ها را شکل می‌دهند (Amaral, 2022).

این پژوهش به دنبال آن است تا یک مرور جامع از تاب‌آوری فضایی ارائه دهد و به بررسی مبانی نظری، پیامدهای عملی و ارتباط آن با کاربردهای واقعی بپردازد. با بررسی تعامل بین تنوع فضایی و تاب آوری، می توانیم درک بهتری از چگونگی طراحی و مدیریت سیستم‌هایی که مقاوم، سازگار و پایدار هستند، پیدا کنیم. این پژوهش از مثال‌هایی در زمینه‌های مختلف، از جمله برنامه‌ریزی شهری، حفاظت و مدیریت منابع، برای نشان دادن کاربردهای متنوع تاب‌آوری فضایی استفاده می‌نماید.

تعریف تاب‌آوری فضایی

به‌طورکلی، تاب‌آوری فضایی به توانایی یک سیستم برای حفظ عملکردها و ساختارهای اساسی خود در برابر اختلالات، تحت تأثیر ویژگی های فضایی آن اشاره دارد (Dastjerdi et al., 2021). این تعریف شامل چندین مؤلفه کلیدی است:

تنوع فضایی: تفاوت‌های موجود در ویژگی‌های فیزیکی و اکولوژیکی در یک چشم‌انداز که می‌تواند شامل توپوگرافی، اقلیم، استفاده از زمین و نوع زیستگاه‌ها باشد (Wang et al., 2023). این تنوع‌ها نقش حیاتی در تعیین نحوه پاسخ سیستم‌ها به اختلالات ایفا می‌کنند. به‌عنوان‌مثال، یک چشم‌انداز با تنوع بالای زیستگاهی ممکن است در برابر تأثیرات آتش‌سوزی مقاوم‌تر از یک چشم‌انداز همگن باشد؛ زیرا تنوع به گونه‌ها فرصت بیش تری برای یافتن پناهگاه و بازگشت پس از اختلال می‌دهد.

ارتباطات: درجه‌ای که بخش‌های مختلف یک سیستم به هم متصل هستند و حرکت گونه ها، منابع و اطلاعات را تسهیل می‌کند (Liang et al., 2023). ارتباطات بالا می‌تواند تاب‌آوری را افزایش دهد، زیرا اجازه می‌دهد گونه های مفید پراکنده شوند و منابع در زمان های استرس به اشتراک گذاشته شوند. بااین‌حال، ارتباطات بیش‌ازحد یا

[1]. Spatial Resilience
[2]. Social-Ecological Systems
[3]. Isolated creatures

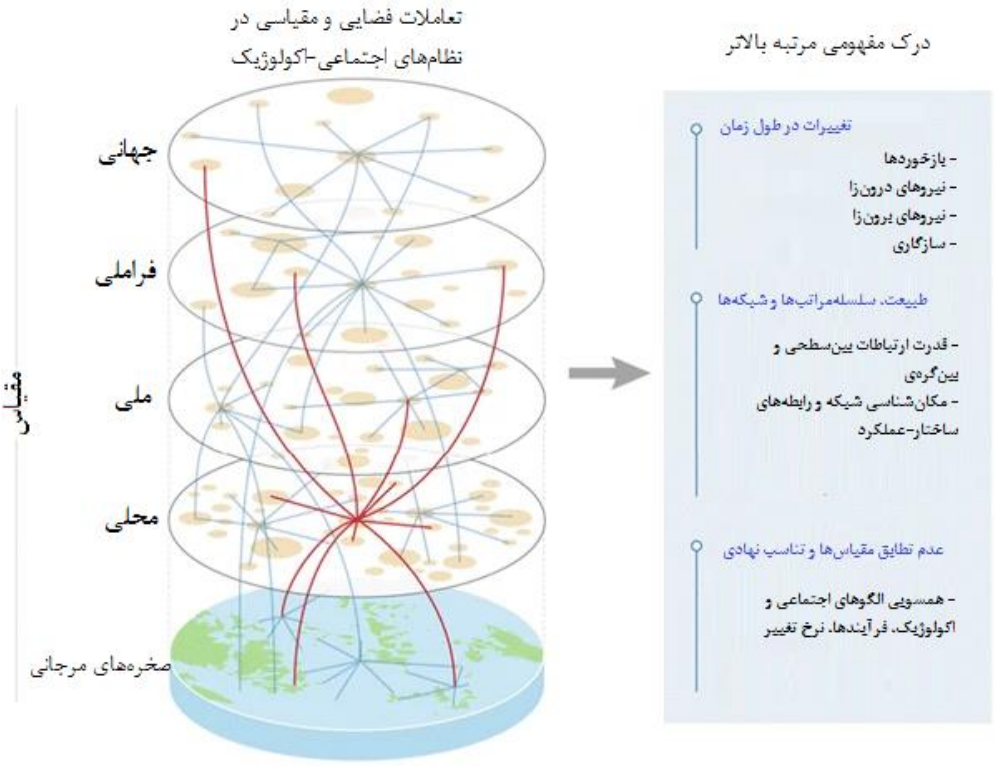
نامناسب نیز می تواند عواقب منفی داشته باشد، مانند گسترش گونه‌های مهاجم یا پاتوژن‌ها. مدیریت مؤثر ارتباطات شامل ایجاد تعادل بین حفظ ارتباطات مفید و جلوگیری از ارتباطات مضر است.

پراکندگی: حرکت ارگانیسم‌ها در سراسر فضا که برای حفظ تنوع ژنتیکی و توانایی جمعیت‌ها در سازگاری با شرایط در حال تغییر ضروری است (Alzate et al., 2024). فرآیندهای پراکندگی می توانند تحت تأثیر چیدمان فضایی و تکه‌تکه شدن زیستگاه‌ها قرار بگیرند. به‌عنوان‌مثال، وجود گذرگاه‌های[1] زیستی یا زیستگاه‌های پشتیبان می‌تواند پراکندگی را تسهیل کرده و تاب‌آوری فراجمعیت‌ها[2] را در برابر تغییرات محیطی افزایش دهد.

زمینه: شرایط گسترده‌تری که بر نحوهٔ عملکرد یک سیستم تأثیر می‌گذارد، ازجمله عوامل محیطی، اجتماعی و اقتصادی. عوامل زمینه‌ای می‌توانند آسیب‌پذیری‌ها و ظرفیت‌های سیستم‌ها را در برابر اختلالات شکل دهند (Kurlavičius et al., 2024). به‌عنوان‌مثال، تاب‌آوری یک جامعه در برابر بلایای طبیعی ممکن است تحت تأثیر وضعیت اقتصادی- اجتماعی، دسترسی به منابع و قدرت شبکه‌های اجتماعی آن قرار گیرد.

احداث پل روی دریاچه ارومیه با ایجاد مانع فیزیکی، ارتباطات و پراکندگی گونه های جانوری و گیاهی را مختل کرده و بر اکوسیستم آبی این دریاچه تأثیر منفی گذاشته است. این تغییرات، تاب آوری فضایی منطقه را کاهش داده و چالشی برای تعادل زیستی دریاچه ایجاد کرده است.

[1]. Corridors
[2]. Metapopulation



شکل ۱- مروری بر موضوع کانونی تاب‌آوری فضایی. عناصر سیستم، مانند صخره‌ها، ذخایر ماهی یا نهادها (لکه‌های سبز و نارنجی)، در مکان و زمان قرار دارند و در مقیاس معینی وجود دارند. در این مثال فرضی، تعاملات بین عناصر سیستم (گره‌ها) در مقیاس‌های یکسان و در مقیاس‌های مختلف با خطوط آبی نشان داده‌شده است. یک سازمان محلی واحد، مانند اداره پارک دریایی مرجانی بزرگ، ممکن است به چندین شبکهٔ محلی تعلق داشته باشد و در طیف وسیعی از مقیاس‌های مختلف (که با خطوط قرمز مشخص می‌شود) تعامل داشته باشد. مطالعهٔ تاب‌آوری فضایی از توصیف ساده تعاملات فضایی به درک مفهومی مرتبهٔ بالاتر، مانند حلقه‌های بازخورد پویا، ویژگی‌های متقابل و ارتباط معماری سیستم برای فرآیند و عملکرد، حرکت کرده است (Cumming et al., 2017)

درک تاب آوری فضایی نیازمند رویکردی چندوجهی است که این ابعاد و تعاملات آن‌ها را در نظر بگیرد (شکل ۱). همچنین نیاز به پذیرش این واقعیت دارد که نظام های اجتماعی-اکولوژیکی به‌ندرت ایستا هستند؛ آن‌ها پویا و به طور مداوم در پاسخ به فشارهای داخلی و خارجی در حال تحول هستند (Dahdouh-Guebas et al., 2021). تاب آوری دربارهٔ حفظ یک وضعیت ثابت نیست، بلکه دربارهٔ توانایی سازگاری و تحول در برابر تغییر است.

اهمیت تاب‌آوری فضایی

تاب‌آوری فضایی برای چندین دلیل حیاتی است:

سازگاری با تغییرات: با تغییر شرایط محیطی به دلیل تغییرات اقلیمی، شهرنشینی و سایر عوامل، سیستم هایی که تاب آوری فضایی بالایی دارند، بهتر می توانند سازگار شوند. آن‌ها می‌توانند اجزای خود را دوباره سازمان‌دهی و بازپیکربندی کنند تا عملکرد خود را حفظ کنند (Liu et al., 2023). به‌عنوان‌مثال، یک شهر که در زیرساخت‌های سبز، مانند جنگل های شهری و تالاب‌ها سرمایه گذاری کرده است، ممکن است در برابر تأثیرات موج های گرما و

سیلاب‌ها تاب‌آورتر از یک شهر باشد که تنها به زیرساخت‌های خاکستری متکی است.

حفاظت از تنوع‌زیستی: حفظ تاب‌آوری فضایی می تواند به حفاظت از تنوع‌زیستی کمک کند؛ زیرا اطمینان می‌دهد که اکوسیستم‌ها می‌توانند از گونه‌ها و زیستگاه‌های متنوعی پشتیبانی کنند (Anderson et al., 2023). این تنوع به سلامت و ثبات کلی اکوسیستم ها کمک می کند و یک سپر در برابر اختلالات فراهم می‌آورد و به سیستم‌ها اجازه می‌دهد که سریع‌تر پس از یک شوک به حالت عادی برگردند (هندی و همکاران، ۱۳۹۹). اکوسیستم‌های تاب‌آور فضایی احتمال بیش تری دارند که عملکردها و خدمات اساسی خود را حفظ کنند، مانند گرده افشانی، تصفیه آب و ذخیره کربن (موسوی و همکاران، ۱۴۰۱).

مدیریت پایدار منابع: درک تاب‌آوری فضایی امکان مدیریت مؤثرتر منابع طبیعی را فراهم می‌کند (Sgroi, 2020). با شناسایی اینکه عوامل فضایی چگونه بر دسترسی و استفاده از منابع تأثیر می‌گذارند، مدیران می توانند استراتژی هایی توسعه دهند که پایداری را ترویج کنند. به عنوان مثال، در مدیریت شیلات، در نظر گرفتن پویایی‌های فضایی جمعیت‌های ماهی و زیستگاه‌های آن‌ها می‌تواند به جلوگیری از صید بیش از حد و اطمینان از پایداری بلندمدت منبع کمک کند.

کاهش خطرات: تاب‌آوری فضایی می‌تواند خطرات مرتبط با بلایای طبیعی و سایر شوک ها را کاهش دهد (Bănică et al., 2020). سیستم‌هایی که به‌خوبی متصل و متنوع هستند، معمولاً قادر به جذب اختلالات بدون شکست فاجعه‌بار هستند. یک چشم‌انداز تاب‌آور فضایی ممکن است دارای چندین مسیر برای جریان آب و پراکندگی انرژی باشد که خطر سیلاب و فرسایش را در هنگام وقوع رویدادهای جوی شدید کاهش می‌دهد.

عدالت اجتماعی: در نظام های اجتماعی-اکولوژیکی، تاب‌آوری فضایی می تواند به عدالت اجتماعی کمک کند و اطمینان حاصل کند که تمام جوامع به منابع و فرصت‌های سازگاری دسترسی دارند (Pineda-Pinto et al., 2021). این موضوع به‌ویژه در زمینهٔ تغییرات اقلیمی که جمعیت‌های آسیب‌پذیر غالباً بیش‌تر تحت تأثیر قرار می‌گیرند، اهمیت دارد. با ترویج تاب‌آوری فضایی، می‌توانیم به کاهش نابرابری ها کمک کنیم و اطمینان حاصل کنیم که مزایا و بارهای تلاش های تاب‌آوری به‌طور عادلانه توزیع شود.

مبانی نظری تاب‌آوری فضایی

مفهوم تاب‌آوری فضایی از چندین چارچوب نظری نشئت می‌گیرد، ازجمله:

نظریه تاب‌آوری: این نظریه بیان می کند که سیستم‌ها ظرفیت جذب اختلالات را دارند، درحالی‌که عملکردها و ساختارهای اساسی خود را حفظ می‌کنند (Gunderson, 2000; Shi et al., 2021). این نظریه بر اهمیت ظرفیت سازگاری و توانایی یادگیری از تجربیات تأکید دارد. نظریه تاب‌آوری پایه‌ای برای درک چگونگی سازگاری سیستم‌ها با تغییر و حفظ هویت اصلی آن‌ها فراهم می‌کند.

اکولوژی منظر: این حوزه بر الگوها و فرآیندهای فضایی که اکوسیستم‌ها را شکل می‌دهند، تمرکز دارد (Turner, 1989; Tappeiner et al., 2021). این حوزه بینش‌هایی را در مورد نحوهٔ تأثیرگذاری چیدمان فضایی بر پویایی های اکولوژیکی و تاب آوری ارائه می دهد. مفاهیم اکولوژی منظر، مانند پویایی های قطعه زمین[1]، اثرات لبه و نظریه فراجمعیت، به توضیح چگونگی تأثیر چیدمان فضایی زیستگاه‌ها بر تاب‌آوری اکوسیستم‌ها کمک می‌کنند.

[1]. Patch

سیستم‌های پیچیده و سازگار: این چارچوب نظام‌های اجتماعی-اکولوژیکی را به‌عنوان موجودات پیچیده و به‌هم‌پیوسته که ویژگی‌های نوظهور دارند، می‌بینند (Folke, 2006; Biggs et al., 2021). این نظریه بر اهمیت تعاملات و حلقه‌های بازخورد در شکل‌دهی به تاب‌آوری تأکید دارد. نظریه سیستم‌های پیچیده به ما یادآوری می‌کند که سیستم‌ها خطی یا قابل پیش‌بینی نیستند، بلکه پویایی‌های غیرخطی و رفتار خودسازمان‌دهنده‌ای را نشان می‌دهند.

نظریه سیستم ها: این نظریه بر وابستگی متقابل اجزای یک سیستم و اهمیت درک روابط بین آن ها تأکید می کند (Wright and Meadows, 2008; Zhang et al., 2020). این نظریه یک دیدگاه جامع در مورد تاب آوری فضایی ارائه می‌دهد و به ما یادآوری می‌کند که سیستم‌ها بیش‌تر از مجموع اجزای خود هستند. نظریه سیستم‌ها به ما این امکان را می دهد که بر تعاملات و بازخوردهایی که در مقیاس‌ها و سطوح مختلف سازمان اتفاق می‌افتد، تمرکز کنیم.

این چارچوب‌های نظری پایه‌ای برای درک تاب‌آوری فضایی فراهم می‌کنند، اما همچنین دارای محدودیت‌هایی هستند. آن‌ها ممکن است به‌طور کامل پیچیدگی‌های نظام‌های اجتماعی-اکولوژیکی، به‌ویژه نقش عامل انسانی، پویایی‌های قدرت و ارزش‌های فرهنگی را دربر نگیرند. ادغام بینش‌های دیگر حوزه‌ها، مانند اکولوژی سیاسی، جامعه‌شناسی محیطی و جغرافیای انسانی، می‌تواند به پر کردن این شکاف‌ها کمک کند و درک جامع‌تری از تاب‌آوری فضایی ارائه دهد.

تاب‌آوری فضایی در عمل

کاربرد در برنامه‌ریزی شهری

تاب‌آوری فضایی در برنامه‌ریزی شهری به‌طور فزاینده‌ای مرتبط شده است، جایی که چالش های ناشی از شهرنشینی سریع و تغییرات اقلیمی نیاز به رویکردهای سازگار دارد. کاربردهای کلیدی شامل:

زیرساخت‌های سبز: ادغام سیستم‌های طبیعی در محیط‌های شهری می‌تواند تاب‌آوری را با بهبود ارتباطات، کاهش خطر سیلاب و فراهم کردن زیستگاه برای تنوع زیستی افزایش دهد (Junqueira et al., 2021). زیرساخت‌های سبز، مانند جنگل‌های شهری، تالاب‌ها و بام‌های سبز، می‌توانند به تنظیم دما، تصفیه هوا و آب و فراهم کردن فرصت‌های تفریحی برای ساکنان کمک کنند.

برنامه ریزی استفاده از زمین: برنامه ریزی استراتژیک استفاده از زمین که تنوع فضایی را در نظر می گیرد، می‌تواند به کاهش تأثیرات شهرنشینی و ترویج توسعه پایدار کمک کند (Kalfas et al., 2023). با هدایت رشد به دور از مناطق با خطر بالا، مانند دشت های سیلابی و شیب‌های تند و حفظ فضاهای باز و اراضی کشاورزی، برنامه‌ریزان می‌توانند تاب‌آوری سیستم‌های شهری را افزایش دهند. قوانین ناحیه‌بندی[1] و مشوق‌ها می‌توانند توسعه محله های فشرده و چندمنظوره را تشویق کنند که وابستگی به خودرو را کاهش داده و پیاده روی را ترویج می‌کند.

آمادگی در برابر بلایا: درک تاب آوری فضایی می تواند به استراتژی های آمادگی و پاسخ به بلایا کمک کند و اطمینان حاصل کند که مناطق شهری بهتر می توانند با شوک‌ها مقابله کنند (Parsons et al., 2021).

[1]. Zonning

نقشه‌برداری از زیرساخت‌های حیاتی، شناسایی جمعیت‌های آسیب‌پذیر و توسعه برنامه‌های تخلیه می‌تواند به شهرها کمک کند تا بلایای طبیعی را پیش‌بینی و به آن‌ها پاسخ دهند. سرمایه‌گذاری در سیستم‌های اضافی، مانند شبکه‌های انرژی و آب غیرمتمرکز، می‌تواند تاب‌آوری خدمات شهری را افزایش دهد.

درگیر کردن جامعه: درگیر کردن جوامع محلی در تلاش‌های افزایش تاب‌آوری برای اطمینان از اینکه استراتژی ها مرتبط، مؤثر و عادلانه هستند، ضروری است (Rashidfarokhi, 2024). با درگیر کردن ساکنان در فرآیندهای برنامه‌ریزی و گنجاندن دانش و ارزش‌های آن‌ها، برنامه‌ریزان می‌توانند راه‌حل‌هایی توسعه دهند که به زمینه‌های محلی و نیازهای جامعه پاسخگو باشند.

کاربرد در حفاظت

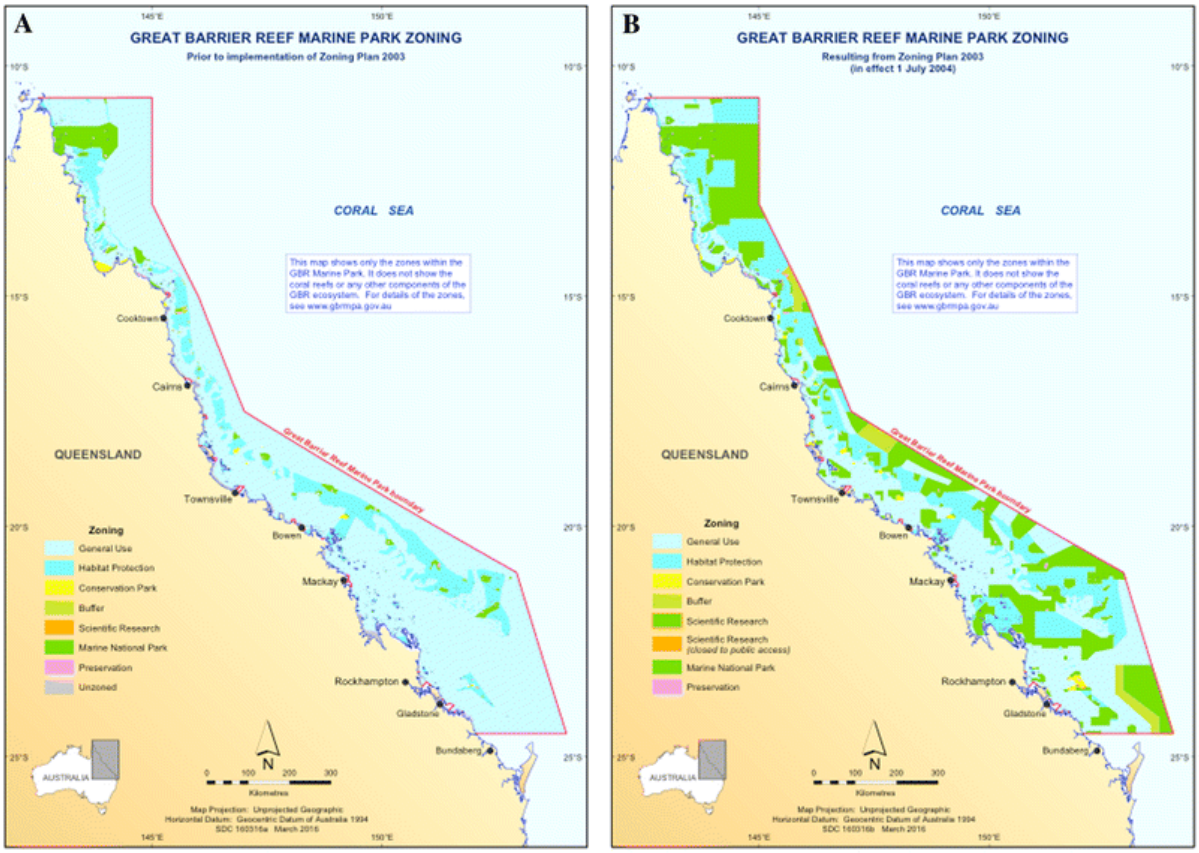
در حفاظت، تاب‌آوری فضایی می‌تواند به راهنمایی تلاش‌ها برای حفاظت و بازسازی اکوسیستم‌ها کمک کند (مانند شکل ۲). استراتژی‌های کلیدی شامل:

شبکه‌های مناطق حفاظت‌شده: طراحی شبکه‌هایی از مناطق حفاظت‌شده که به‌طور فضایی متصل هستند، می‌تواند تاب‌آوری اکوسیستم‌ها را با تسهیل حرکت گونه‌ها و تبادل ژنتیکی افزایش دهد (Roberts et al., 2021). با اطمینان از اینکه زیستگاه‌ها از طریق گذرگاه‌های طبیعی و قطعه های پشتیبان به هم متصل هستند، تلاش های حفاظتی می‌توانند به گونه‌ها اجازه دهند تا با شرایط در حال تغییر سازگار شوند و جمعیت‌های پایدار را حفظ کنند.

اکولوژی بازسازی: به‌کارگیری اصول تاب‌آوری فضایی در پروژه‌های بازسازی می‌تواند موفقیت تلاش‌ها برای احیای اکوسیستم‌های تخریب‌شده را بهبود بخشد (Lester et al., 2020). با در نظر گرفتن عواملی مانند زمینهٔ چشم‌انداز، ارتباطات و مکانیزم های پراکندگی، مجریان بازسازی می‌توانند مداخلاتی طراحی کنند که احتمال موفقیت و پایداری آن ها در طول زمان بیش‌تر باشد. به‌عنوان‌مثال، بازسازی حریم‌های ساحلی در کنار جویبارها می‌تواند تاب‌آوری اکوسیستم های آبی را با تنظیم دماهای آب، فراهم کردن زیستگاه برای ماهی‌ها و حیات‌وحش و تثبیت سواحل افزایش دهد.

مدیریت سازگار: اجرای شیوه‌های مدیریت سازگار که تنوع فضایی را در نظر می‌گیرد می‌تواند تاب‌آوری استراتژی‌های حفاظتی را افزایش دهد (Woods et al., 2022). با نظارت مداوم بر شرایط اکوسیستم، ارزیابی اثربخشی مداخلات و تنظیم رویکردهای مدیریتی بر اساس نیاز، مجریان می توانند به شرایط در حال تغییر پاسخ دهند و از تجربیات یاد بگیرند. مدیریت سازگار به ما یادآوری می کند که حفاظت یک فرآیند مداوم از آزمایش و یادگیری است، نه یک مجموعه ثابت از اقدامات.

خدمات اکوسیستمی: در نظر گرفتن ابعاد فضایی خدمات اکوسیستمی می‌تواند به اولویت‌بندی تلاش‌های حفاظتی و اطمینان از توزیع عادلانهٔ مزایای اکوسیستم های سالم کمک کند (Van der Biest et al., 2020). با نقشه برداری از جریان خدمات، مانند تصفیهٔ آب، تنظیم سیلاب و گرده‌افشانی در سراسر چشم‌اندازها، مجریان می‌توانند مناطق حیاتی که خدمات مهمی ارائه می‌دهند را شناسایی کرده و آن ها را برای حفاظت و بازسازی هدف قرار دهند.



شکل ۲- نقشه‌هایی که معیارهای مدیریتی (قوانین در حال استفاده) را برای مناطق مختلف در پارک دریایی مرجانی بزرگ، (A) قبل و (B) بعد از یک تمرین منطقه‌بندی مجدد چالش‌برانگیز سیاسی نشان می‌دهد. افزایش در مناطق ممنوعه از آن زمان نشان داده‌شده است که تأثیر مثبتی بر جمعیت گونه‌های اصلی ماهی مانند قزل‌آلای مرجانی دارد (Cumming, 2011)

چالش‌ها در درک تاب‌آوری فضایی

باوجود اهمیت آن، چندین چالش در مطالعهٔ تاب آوری فضایی وجود دارد:

پیچیدگی تعاملات: تعاملات بین عوامل فضایی و تاب‌آوری غالباً پیچیده و دشوار به مدل‌سازی هستند و نیاز به ابزارها و رویکردهای تحلیلی پیشرفته دارند (Yabe et al., 2022). به تصویر کشیدن پویایی‌های غیرخطی، بازخوردها و ویژگی‌های نوظهور نظام‌های اجتماعی-اکولوژیکی یک چالش بزرگ برای پژوهشگران و مجریان است.

محدودیت‌های داده: اغلب کمبود داده‌های فضایی لازم برای ارزیابی دقیق تاب آوری وجود دارد، به ویژه در مناطق درحال‌توسعه (Sarker et al., 2020). جمع‌آوری و تحلیل داده‌های باکیفیت بالا در مورد شرایط اکوسیستم، تغییرات استفاده از زمین و عوامل اقتصادی اجتماعی می‌تواند زمان‌بر و نیازمند منابع باشد. رویکردهای نوآورانه، مانند علم شهروندی و سنجش از دور، می‌توانند به حل این محدودیت‌ها کمک کنند، اما آن‌ها نیز چالش‌های خاص خود را دارند.

ادغام رشته‌ها: پژوهش در زمینهٔ تاب‌آوری فضایی نیازمند همکاری بین رشته‌های مختلف، از جمله اکولوژی، جامعه‌شناسی، جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری است

(Pascariu et al., 2023). پل زدن بین این حوزه‌ها می‌تواند چالش‌برانگیز باشد، اما برای درک جامع ضروری است. تفاوت‌ها در اصطلاحات، روش‌ها و جهان‌بینی‌ها می تواند موانع همکاری مؤثر ایجاد کند که نیاز به صبر، انعطاف‌پذیری و تمایل به یادگیری از دیگران دارد.

ماهیت پویای سیستم‌ها: نظام‌های اجتماعی-اکولوژیکی به‌طور مداوم در حال تغییر هستند که تعیین خط مبنای پایدار برای ارزیابی تاب آوری را دشوار می کند (Vázquez-González et al., 2021). اختلالات می‌توانند ساختار و عملکرد سیستم‌ها را تغییر دهند و پیکربندی‌های جدیدی ایجاد کنند که مقایسه با شرایط تاریخی را دشوار می‌سازد. ارزیابی‌های تاب‌آوری باید این تغییرات را در نظر بگیرند و بر توانایی سیستم ها برای سازگاری و تحول در برابر تغییرات مداوم تمرکز کنند.

چالش‌های حکمرانی: افزایش تاب آوری فضایی اغلب نیازمند اقدام هماهنگ در سطوح و بخش‌های مختلف است که در برابر ساختارهای حکمرانی تکه پاره و منافع رقابتی می‌تواند چالش‌برانگیز باشد (Broadhurst et al., 2022). توسعهٔ سیستم‌های حکمرانی چندمرکزی که شامل ذی‌نفعان و تصمیم‌گیرندگان متعدد است، می‌تواند به حل این چالش ها کمک کند، اما همچنین نیازمند غلبه بر موانع مربوط به پویایی‌های قدرت، اعتماد و ارتباطات است.

جهت‌گیری‌های آینده در پژوهش تاب‌آوری فضایی

برای پیش‌برد درک تاب‌آوری فضایی، چندین جهت‌گیری آیندهٔ پژوهشی می‌تواند دنبال شود:

مطالعات طولی: انجام مطالعات بلندمدت که تغییرات تاب‌آوری فضایی را در طول زمان رصد می‌کنند، می‌تواند بینش‌های ارزشمندی در مورد چگونگی سازگاری سیستم‌ها با اختلالات ارائه دهد. با نظارت بر شرایط اکوسیستم، تغییرات استفاده از زمین و عوامل اقتصادی- اجتماعی طی دهه‌ها یا حتی قرن‌ها، پژوهشگران می‌توانند الگوها، روندها و آستانه‌هایی را که مسیرهای تاب‌آوری را شکل می‌دهند، شناسایی کنند. این مطالعات می‌توانند به توسعه سیستم‌های هشدار اولیه و استراتژی‌های مدیریت سازگار کمک کنند.

همکاری بین‌رشته‌ای: تشویق همکاری بین پژوهشگران از رشته‌های مختلف می‌تواند استحکام پژوهش تاب‌آوری فضایی را افزایش دهد. با ادغام بینش‌های حوزه‌هایی مانند اکولوژی، جامعه‌شناسی، اقتصاد و علوم سیاسی، پژوهشگران می توانند درک جامع‌تر و دقیق‌تری از عوامل شکل‌دهنده به تاب‌آوری فضایی توسعه دهند. پژوهش همکارانه همچنین می‌تواند شکاف بین نظریه و عمل را پر کند و اطمینان حاصل کند که پژوهش مرتبط و قابل‌اجرا در چالش‌های واقعی جهان است.

نوآوری‌های فناورانه: بهره‌گیری از پیشرفت‌های سنجش‌ازدور، GIS و مدل‌سازی می‌تواند ارزیابی و پایش تاب‌آوری فضایی را بهبود بخشد. تصاویر ماهواره‌ای با وضوح بالا، پهپادها و شبکه‌های حسگر می‌توانند داده‌های تفصیلی و آنی در مورد شرایط اکوسیستم، تغییرات استفاده از زمین و فعالیت‌های انسانی فراهم کنند. در کنار پیشرفت‌های قدرت محاسباتی و یادگیری ماشین، این فناوری‌ها می‌توانند تحلیل‌های پیشرفتهٔ فضایی و برنامه‌ریزی سناریوها را ممکن سازند. بااین‌حال، مهم است محدودیت‌های این فناوری‌ها را به رسمیت بشناسیم و آن‌ها را با سایر اشکال دانش، مانند دانش بومی و نقشه‌برداری مشارکتی، ادغام کنیم.

درگیر کردن جامعه: درگیر کردن جوامع محلی در تلاش‌های افزایش تاب‌آوری می‌تواند مرتبط بودن و اثربخشی استراتژی ها را افزایش دهد. با گنجاندن دانش،

ارزش‌ها و اولویت‌های محلی در ارزیابی‌ها و مداخلات تاب‌آوری، پژوهشگران و مجریان می‌توانند راه‌حل‌هایی توسعه دهند که به زمینه های خاص پاسخگو و به نیازهای جامعه حساس باشند. درگیر کردن جامعه همچنین می تواند به ایجاد اعتماد، تقویت انسجام اجتماعی و توانمندسازی گروه‌های حاشیه‌ای برای مشارکت در فرآیندهای تصمیم‌گیری کمک کند (مرادی و همکاران، ۱۴۰۱).

ادغام سیاست‌ها: ادغام مفاهیم تاب‌آوری فضایی در چارچوب های سیاستی می تواند به اطمینان حاصل کردن از اینکه تاب‌آوری در فرآیندهای تصمیم‌گیری اولویت پیدا می کند، کمک کند. با توسعهٔ دستورالعمل ها، استانداردها و مشوق هایی که تاب‌آوری فضایی را ترویج می کنند، سیاست‌گذاران می‌توانند محیطی فراهم کنند که تلاش‌های افزایش تاب‌آوری را تسهیل کند. بااین‌حال، ادغام سیاست نیازمند غلبه بر موانعی مانند لختی نهادی، منافع رقابتی و تفکر کوتاه مدت است. ادغام مؤثر سیاست همچنین نیازمند پایش، ارزیابی و سازگاری مداوم است تا اطمینان حاصل شود که سیاست ها در برابر شرایط در حال تغییر مرتبط و مؤثر باقی می‌مانند.

نتیجه‌گیری

تاب‌آوری فضایی مفهوم حیاتی برای درک و مدیریت نظام های اجتماعی-اکولوژیکی در دنیای فزایندهٔ پیچیده و پویا است. با شناسایی اهمیت تنوع فضایی، ارتباطات و زمینه، می توانیم استراتژی های مؤثرتری برای ترویج تاب‌آوری در برابر اختلالات توسعه دهیم. همان‌طور که به کاوش ظرافت‌های تاب‌آوری فضایی ادامه می‌دهیم، ضروری است که همکاری های بین‌رشته‌ای را ترویج کنیم، پیشرفت‌های فناورانه را بپذیریم و جوامع را در تلاش‌های افزایش تاب آوری درگیر کنیم. از طریق این رویکردها، می‌توانیم سیستم‌های سازگارتر، پایدارتر و عادلانه‌تری ایجاد کنیم که برای مقابله با چالش های آینده مجهزتر باشند.

بااین‌حال، مهم است که بپذیریم تاب‌آوری فضایی درمان همهٔ بیماری‌ها برای چالش‌های پیش روی نظام‌های اجتماعی-اکولوژیکی نیست. این یکی از ابزارها و رویکردهای متعددی است که می‌توان برای افزایش تاب‌آوری به کار برد، اما باید در کنار سایر استراتژی‌ها مانند کاهش انتشار گازهای گلخانه ای، احیای اکوسیستم های تخریب شده و ترویج عدالت و برابری اجتماعی و اقتصادی اعمال شود. تاب‌آوری فضایی همچنین یک مفهوم ثابت یا جهانی نیست؛ باید به زمینه های خاص تطبیق داده‌شده و با شرایط در حال تغییر سازگار شود.

درنتیجه، تاب آوری فضایی چارچوب قدرتمندی را برای درک و مدیریت تعاملات پیچیده بین تنوع فضایی و تاب‌آوری در نظام‌های اجتماعی-اکولوژیکی ارائه می‌دهد. با ادغام این مفهوم در پژوهش، عمل و سیاست، می توانیم به آینده‌ای پایدارتر و عادلانه‌تر برای همه دست یابیم. بااین‌حال، تحقق این پتانسیل نیازمند همکاری، نوآوری و تعهد مداوم به یادگیری و سازگاری است. این وظیفهٔ چالش‌برانگیز اما ضروری برای هرکسی است که به سلامت و تاب‌آوری سیاره و ساکنان آن اهمیت می‌دهد.

منابع

آل کجباف، ح.، خدیمی، م.، جلالیان، ع.، ارشدی، م. (۱۳۹۸). نقش آموزش محیط زیست در تاب آوری اقلیمی افراد در معرض پناهندگی زیست محیطی از دیدگاه حقوق بین الملل. آموزش محیط زیست و توسعه پایدار، ۷(۴)، ۴۵-۶۸.

مرادی، ح.، رحیمی، م.، شمشیری، س. (۱۴۰۱). بررسی تأثیر اجرای طرح ترسیب کربن بر اصل گسترش مشارکت در راستای ایجاد تاب‌آوری نظام‌های اجتماعی-اکولوژیکی (مورد مطالعه:

شهرستان‌های خاتم، جاجرم و گالیکش). پژوهش های ترویج و آموزش کشاورزی، ۱۵(۱)، ۳۲-۴۹.

موسوی پور، ف.، کاظمی، آ.، هادی پور، م.، هدایتی آقمشهدی، ا. (۱۴۰۱). نقش آلاینده‌ها بر سلامت و محیط‌زیست با تأکید بر تاب‌آوری اجتماعی (مطالعه بر اساس آلاینده‌ها در شهر اراک). مدیریت جامع حوزه های آبخیز، ۲(۲)؛ ۷۵-۹۳.

هندی، ه.، اقبالی، ن.، سرور، ر.، و پیشگاهی فرد، ز. (۱۳۹۹). سنجش تاب آوری زیست محیطی در سطح محلات منطقه چهارده شهر تهران. آمایش محیط، ۱۳(۴۸)، ۱-۱۹.

یداله‌نیا، ه.، رجایی، س. ع.، پوراحمد، ا.، و خراسانی، م. (۱۴۰۰). اثرات گسترش فیزیکی بر تاب آوری زیست محیطی شهر بابل. جغرافیا، ۱۹(۶۹)، ۱۳۱-۱۵۰.

Alzate, A., & Hagen, O. (2024). Dispersal–diversity feedbacks and their consequences for macroecological patterns. Philosophical Transactions B, 379, 20230131.

Amaral, I. (2022). Complex networks. In Encyclopedia of Big Data (pp. 198-201). Cham: Springer International Publishing.

Anderson, M. G., Clark, M., Olivero, A. P., Barnett, A. R., Hall, K. R., Cornett, M. W., ... & Cameron, D. R. (2023). A resilient and connected network of sites to sustain biodiversity under a changing climate. Proceedings of the National Academy of Sciences, 120(7), e2204434119.

Bănică, A., Kourtit, K., & Nijkamp, P. (2020). Natural disasters as a development opportunity: A spatial economic resilience interpretation. Review of Regional Research, 40(2), 223-249.

Biggs, R., Clements, H., de Vos, A., Folke, C., Manyani, A., Maciejewski, K., ... & Schlüter, M. (2021). What are social-ecological systems and social-ecological systems research?. In The Routledge handbook of research methods for social-ecological systems (pp. 3-26). Routledge.

Broadhurst, K., & Gray, N. (2022). Understanding resilient places: Multi-level governance in times of crisis. Local Economy, 37(1-2), 84-103.

Brunetta, G., & Caldarice, O. (2020). Spatial resilience in planning: meanings, challenges, and perspectives for urban transition. Sustainable Cities and Communities, 628-640.

Cumming, G. S. (2011). Spatial resilience in social-ecological systems. Springer Science & Business Media.

Cumming, G. S., Epstein, G., Anderies, J. M., Apetrei, C. I., Baggio, J., Bodin, Ö., ... & Weible, C. M. (2020). Advancing understanding of natural resource governance: a post-Ostrom research agenda. Current Opinion in Environmental Sustainability, 44, 26-34.

Cumming, G. S., Morrison, T. H., & Hughes, T. P. (2017). New directions for understanding the spatial resilience of social–ecological systems. Ecosystems, 20, 649-664.

Dahdouh-Guebas, F., Hugé, J., Abuchahla, G. M., Cannicci, S., Jayatissa, L. P., Kairo, J. G., ... & Wodehouse, D. (2021). Reconciling nature, people and policy in the mangrove social-ecological system through the adaptive cycle heuristic. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 248, 106942.

Dastjerdi, M. S., Lak, A., Ghaffari, A., & Sharifi, A. (2021). A conceptual framework for resilient place assessment based on spatial resilience approach: An integrative review. Urban Climate, 36, 100794.

Folke, C. (2006). Resilience: The emergence of a perspective for social–ecological systems analyses. Global environmental change, 16(3), 253-267.

Gunderson, L. H. (2000). Ecological resilience—in theory and application. Annual review of ecology and systematics, 31(1), 425-439.

Junqueira, J. R., Serrao-Neumann, S., & White, I. (2021). Managing urban climate change risks: Prospects for using green infrastructure to increase urban resilience to floods. In The impacts of climate change (pp. 379-396). Elsevier.

Kalfas, D., Kalogiannidis, S., Chatzitheodoridis, F., & Toska, E. (2023). Urbanization and land use planning for achieving the sustainable development goals (SDGs): A case study of Greece. Urban Science, 7(2), 43.

Roberts, K. E., Cook, C. N., Beher, J., & Treml, E. A. (2021). Assessing the current state of ecological connectivity in a large marine protected area system. Conservation Biology, 35(2), 699-710.

Sarker, M. N. I., Peng, Y., Yiran, C., & Shouse, R. C. (2020). Disaster resilience through big data: Way to environmental sustainability. International Journal of Disaster Risk Reduction, 51, 101769.

Sgroi, F. (2020). Forest resources and sustainable tourism, a combination for the resilience of the landscape and development of mountain areas. Science of the Total environment, 736, 139539.

Shi, Y., Zhai, G., Xu, L., Zhou, S., Lu, Y., Liu, H., & Huang, W. (2021). Assessment methods of urban system resilience: From the perspective of complex adaptive system theory. Cities, 112, 103141.

Talubo, J. P., Morse, S., & Saroj, D. (2022). Whose resilience matters? A socio-ecological systems approach to defining and assessing disaster resilience for small islands. Environmental Challenges, 7, 100511.

Tappeiner, U., Leitinger, G., Zariņa, A., & Bürgi, M. (2021). How to consider history in landscape ecology: patterns, processes, and pathways. Landscape Ecology, 36, 2317-2328.

Turner, M. G. (1989). Landscape ecology: the effect of pattern on process. Annual review of ecology and systematics, 171-197.

Van der Biest, K., Meire, P., Schellekens, T., D'hondt, B., Bonte, D., Vanagt, T., & Ysebaert, T. (2020). Aligning biodiversity conservation and ecosystem services in spatial planning: Focus on ecosystem processes. Science of the Total Environment, 712, 136350.

Vázquez-González, C., Ávila-Foucat, V. S., Ortiz-Lozano, L., Moreno-Casasola, P., & Granados-Barba, A. (2021). Analytical framework for assessing the social-ecological system trajectory considering the resilience-vulnerability dynamic interaction in the context of disasters. International Journal of Disaster Risk Reduction, 59, 102232.

Wang, B., & Cheng, W. (2023). Geomorphic influences on land use/cover diversity and pattern. Catena, 230, 107245.

Kurlavičius, A., Žukovskis, J., Gozdowski, D., & Wójcik-Gront, E. (2024). Economic, social, and environmental factors impacting resilience and disturbances of lithuanian family farms. Agriculture, 14(7), 1088.

Lester, S. E., Dubel, A. K., Hernán, G., McHenry, J., & Rassweiler, A. (2020). Spatial planning principles for marine ecosystem restoration. Frontiers in Marine Science, 7, 328.

Liang, G., Niu, H., & Li, Y. (2023). A multi-species approach for protected areas ecological network construction based on landscape connectivity. Global Ecology and Conservation, 46, e02569.

Liu, Y., Bu, S., Zhang, S., & Xu, C. (2024). Research on the Socio-Spatial Resilience Evaluation and Evolution of the Central Area of Beijing in Transitional China. Sustainability, 16(16), 7098.

Liu, Z., Fang, C., Liao, X., Fan, R., Sun, B., & Mu, X. (2023). Adaptation and adaptability: Deciphering urban resilience from the evolutionary perspective. Environmental Impact Assessment Review, 103, 107266.

Parsons, M., Reeve, I., McGregor, J., Hastings, P., Marshall, G. R., McNeill, J., ... & Glavac, S. (2021). Disaster resilience in Australia: A geographic assessment using an index of coping and adaptive capacity. International Journal of Disaster Risk Reduction, 62, 102422.

Pascariu, G. C., Banica, A., & Nijkamp, P. (2023). A meta-overview and bibliometric analysis of resilience in spatial planning–the relevance of place-based approaches. Applied Spatial Analysis and Policy, 16(3), 1097-1127.

Pineda-Pinto, M., Herreros-Cantis, P., McPhearson, T., Frantzeskaki, N., Wang, J., & Zhou, W. (2021). Examining ecological justice within the social-ecological-technological system of New York City, USA. Landscape and urban planning, 215, 104228.

Rashidfarokhi, A. (2024). Resilience by Whom and for Whom? Empowering Local Communities for Community-led Resilience-building. Real Estate and Sustainable Crisis Management in Urban Environments, 39.

Woods, P. J., Macdonald, J. I., Bárðarson, H., Bonanomi, S., Boonstra, W. J., Cornell, G., ... & Yletyinen, J. (2022). A review of adaptation options in fisheries management to support resilience and transition under socio-ecological change. ICES Journal of Marine Science, 79(2), 463-479.

Wright, D., & Meadows, D. H. (2008). Thinking in systems. Earthscan.

Yabe, T., Rao, P. S. C., Ukkusuri, S. V., & Cutter, S. L. (2022). Toward data-driven, dynamical complex systems approaches to disaster resilience. Proceedings of the National Academy of Sciences, 119(8), e2111997119.

Zhang, B. H., & Ahmed, S. A. (2020). Systems thinking—ludwig von bertalanffy, peter senge, and donella meadows. Science education in theory and practice: an introductory guide to learning theory, 419-436.

Fars Province, Tashk-Bakhtegan Lake area, March 2019. Photographer: Majid Rahimi

Spatial Resilience in Social-Ecological Systems: The Key to Adapting to Contemporary Challenges

Majid Rahimi

Researcher, Social Business Institute, University of Tehran, Tehran, Iran

Author's E-mail: rahimi74@ut.ac.ir

Abstract

Spatial resilience is an emerging concept that examines the impacts of spatial diversity, connectivity, and dispersion on social-ecological systems. This concept aids in identifying contemporary challenges such as climate change, urbanization, and biodiversity loss, playing a crucial role in the analysis and research related to the adaptability and resilience of these systems. Spatial resilience reveals how the physical and ecological characteristics of an area can either enhance or weaken the capacity of systems to withstand disturbances. In this study, the relationship between biodiversity, spatial distribution, and spatial connections in the context of spatial resilience is examined. It emphasizes that effective connections can enhance resilience, while ineffective connections may exacerbate vulnerabilities. The main objective is to provide a comprehensive overview of spatial resilience and its applications in urban planning, environmental protection, and natural resource management. Consequently, various successful project examples are analyzed to demonstrate how effective design and management can lead to the creation of resilient and sustainable systems. Ultimately, this research underscores the importance of considering spatial dimensions in resilience-related studies, presenting it as a key tool in addressing the complex challenges of today's world. Further research in this area could enhance strategies and empower communities to adapt to future crises.

Keywords: Biodiversity, Social Cohesion, Spatial Connectivity, Spatial Diversity, Sustainability